

全钢工程机械子午线轮胎气密层裂缝解决方案

谢红杰,郭明明,王志平,李佑文

(风神轮胎股份有限公司,河南 焦作 454003)

摘要:针对大中型全钢工程机械子午线轮胎在高温地区使用时易产生气密层裂缝等问题进行研究。简要分析其产生机理,并将气密层胶料配方由溴化丁基胶(BIIR)/天然橡胶并用体系调整为全BIIR为主体的配方,同时优化配方炭黑用量,以提升气密层胶料的耐老化和耐屈挠性能,有效解决了高温地区轮胎气密层裂缝问题。

关键词:全钢工程机械子午线轮胎;气密层;老化性能

中图分类号:U463.341⁺.5/.6;TQ333.6;TQ332 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2018)04-0232-04

轮胎气密层的主要功能是防止气体泄漏,因此要求气密层胶料的特点是透气率低,耐屈挠疲劳、耐老化,并与胎体胶料具有较好的粘合性^[1]。溴化丁基橡胶(BIIR)无疑是制备气密层的首选材料。我公司气密层采用BIIR/天然橡胶(NR)并用体系,其优点是胶料加工性能好,不易焦烧,自粘性好,接头不易脱开,并满足了气密层的气密性和耐热老化性能^[2]。

根据相关测试数据,大中型全钢工程机械子午线轮胎在我国南方行驶过程中,正常充气压力下温度在70~85℃之间,最高可达90℃;在全年干旱少雨、高温炎热的中东地区,轮胎胎内温度应该高于以上数据。这导致轮胎气密层的耐高温老化性能不能满足要求。从而导致我公司全钢工程机械子午线轮胎在该地区使用期间,部分产品气密层出现小裂缝(如图1所示),引起轮胎缺气,无法正常使用。

对问题轮胎进行分析,发现有如下共同特点:

(1)裂缝均出现在轮胎内胎肩位置;(2)问题轮胎均为窄基轮胎;(3)该问题只发生在环境温度较高的地区。因此认为裂缝产生的原因是:窄基轮胎在运行过程中胎肩的气密层胶料受到反复的拉伸和压缩作用力,在较高温度下,气密层胶料的耐老化和耐屈挠性能不能满足要求,从而导致了裂缝的产生。本工作对现有配方进行分析,并提出改进方案,即将主体材料改为BIIR,同时降低胶料的硬度。



图1 轮胎气密层裂缝

1 实验

1.1 主要原材料

NR,STR20,泰国进口产品;BIIR,德国朗盛化学股份公司产品;炭黑,牌号N660,龙星化工股份有限公司产品;不溶性硫黄,富莱克斯有限公司产品;促进剂MBTS,天津科迈化工股份有限公司产品。

1.2 试验配方

试验配方如表1所示。

表1 主要试验配方 份

组 分	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
NR	20	0	0
BIIR	80	100	100
炭黑N660	60	60	55
空气阻止剂NM360	10	0	0

注:配方其余组分和用量为:硬脂酸 2,软化剂 10,硫化剂

1.75,氧化镁 1,其他 11。其中1[#]配方为生产配方。

1.3 主要设备和仪器

BR1.57密炼机,英国法拉尔公司产品;Φ160

作者简介:谢红杰(1979—),男,河南焦作人,风神轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎配方设计工作。

mm×320 mm两辊开炼机,广东湛江橡塑机械厂产品;140T型平板硫化机,上海橡胶机械一厂产品;MDR2000型硫化仪和MV2000型门尼粘度计,美国阿尔法科技有限公司产品;tensiTECH电子拉力机,美国德宝公司产品;橡胶压缩生热试验机,北京澳玛琦科技发展有限公司产品;GK400N型和CK255N型密炼机,德国KRUPP公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验

混炼先在密炼机中进行,转子转速为55 r·min⁻¹,混炼工艺为:生胶^{30s}→炭黑及小料^{3min}→提压砑/加压^{3min}→排胶;然后将混炼好的胶料在两辊开炼机上加硫黄和促进剂,充分分散后制成2 mm厚的试样。

1.4.2 大配合试验

大配合试验胶料分为两段混炼,一段混炼在GK400N型密炼机中进行,二段混炼在CK255N型密炼机中进行。

一段混炼转子转速为40 r·min⁻¹,压砑压力为50 MPa,混炼工艺为:胶料、炭黑和小料^{30s}→软化剂^{30s}→氧化镁,135 ℃排胶。

二段混炼转子转速为25 r·min⁻¹,压砑压力为40 MPa,混炼工艺为:一段混炼胶、硫黄和促进剂^{40s}→提压砑/加压,不高于105 ℃排胶。

1.5 性能测试

各项性能均按相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

小配合试验结果如表2所示。

由表2可知,与1[#]配方胶料相比,2[#]和3[#]配方胶料综合性能均有不同程度提高。正常条件下3[#]配方胶料的拉伸强度和拉断伸长率均比1[#]配方胶料大,2[#]配方仅拉断伸长率有明显增大;3[#]配方胶料的硬度最小;1[#]配方胶料的撕裂强度最小,3[#]配方最大;2[#]和3[#]配方胶料的定伸应力和弹性均有不同程度的降低,这与1[#]配方并用NR有关。热氧老化

表2 小配合试验结果

项 目	配方编号								
	1 [#]			2 [#]			3 [#]		
硫化时间(160 ℃)/min	30	60	90	30	60	90	30	60	90
邵尔A型硬度/度	55	55	56	54	54	55	53	53	53
100%定伸应力/MPa	1.4	1.5	1.4	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2
300%定伸应力/MPa	3.6	4.1	4.1	3.4	3.6	3.4	3.4	3.6	3.6
拉伸强度/MPa	8.8	8.7	8.5	8.6	8.6	8.4	9.4	10.0	9.3
拉断伸长率/%	646	584	574	742	736	748	721	710	736
拉断永久变形/%	29	28	27	33	32	35	28	30	30
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	34	33	31	38	39	38	39	40	42
回弹值/%	8	8	7	5	6	5	5	5	5
10万次疲劳后									
拉伸强度/MPa		7.8			7.9			8.6	
拉断伸长率/%		568			656			645	
10万次龟裂等级									
试样1		2			0			1	
试样2		1			1			0	
5万次内裂口长度/mm									
5 000次		3.0			2.1			2.0	
1万次		3.5			2.6			2.3	
1.5万次		5.1			3.1			3.0	
2.5万次		7.0			3.9			4.5	
3.5万次		7.5			5.2			5.0	
5万次		9.2			6.6			6.6	
100 ℃×48 h老化后									
拉伸强度/MPa		6.8			8.1			9.1	
拉断伸长率/%		527			629			690	
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)		32			40			45	

后,1[#]配方胶料性能最差,3[#]配方胶料最好。疲劳后性能、抗屈挠试验和抗裂口增长结果1[#]配方胶料性能最差,2[#]和3[#]配方胶料性能相当。

2.2 大配合试验

综合考虑胶料的各项性能和配方成本,选择3[#]配方作为大配合试验配方,与生产配方进行对比,胶料各项性能测试结果如表3所示。

由表3可知,大配合试验数据与小配合试验数

表3 大配合试验结果

项 目	配方编号					
	1 [#]			3 [#]		
硫化时间(160℃)/min	30	60	90	30	60	90
邵尔A型硬度/度	56	55	56	53	54	53
100%定伸应力/MPa	1.4	1.4	1.5	1.1	1.2	1.2
300%定伸应力/MPa	3.6	4.0	4.0	3.3	3.5	3.5
拉伸强度/MPa	8.6	8.5	8.8	9.1	9.4	9.3
拉断伸长率/%	629	592	613	720	718	731
拉断永久变形/%	28	27	28	28	29	29
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	33	32	31	39	38	42
回弹值/%	8	7	8	5	5	6
10万次疲劳后						
拉伸强度/MPa		7.6			8.2	
拉断伸长率/%		563			638	
10万次龟裂等级						
试样1		1			0	
试样2		1			1	
5万次内裂口长度/mm						
5 000次		2.3			2.0	
1万次		4.0			2.3	
1.5万次		5.6			3.0	
2.5万次		7.3			4.5	
3.5万次		7.9			5.1	
5万次		9.0			6.9	
透气系数 ¹⁾ ×10 ¹⁷ /		1.42			1.09	
[m ² ·(Pa·s) ⁻¹]						
100℃×48 h老化后						
拉伸强度/MPa		6.7			9.2	
拉断伸长率/%		575			652	
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)		31			43	

注:1)参照GB/T 1038—2000《塑料薄膜和薄片气体透过性试验方法 压差法》进行。

据基本一致。与1[#]配方胶料相比,3[#]配方胶料除定伸应力和弹性略有下降外,其他性能均优于1[#]配方。为了保证轮胎的气密性,大配合胶料进行了气密性测试,结果显示,3[#]配方胶料气密性能明显提高。

2.3 工艺性能

由于3[#]配方采用全BIIR,胶料的自粘性会有所下降,因此重点对成型时气密层接头工艺进行了强化,要求全BIIR胶料气密层接头采用人工来回滚压2次,并且成型后,对内衬接头进行检查,对于接头质量有问题的要求用全BIIR胶片进行修补,确保半成品气密层质量。

2.4 成品试生产

采用试验配方生产了24条18.00R33全钢工程机械子午线轮胎,经检查成品轮胎无任何外观质量问题。经X光检查无内在质量问题。

2.5 实际装车道路试验

2015年12月对试验轮胎进行实际装车道路试验,车型为KOMATSU HD325。矿区车辆运行速度为40 km·h⁻¹,载质量为32 t。经过一年的测试,轮胎未出现气密层裂缝质量问题。

3 结语

使用全BIIR为主体胶料的气密层配方,同时优化配方炭黑用量,可以提升气密层胶料的耐老化和耐屈挠性能,从而可以保证大中型全钢工程机械子午线轮胎满足在中东高温环境的使用要求。虽然成品成本略有增加,但是气密层裂缝问题得到有效解决,扩大了公司产品的销量,经济效益显著。

参考文献:

- [1] 赵天琪,李花婷,王清才. 溴化丁基橡胶特性及应用[J]. 弹性体, 2012, 22(5): 71-75.
- [2] 汪阳升,邓涌,刘军华,等. 全钢载重子午线轮胎全溴化丁基橡胶气密层胶性能研究[J]. 橡胶科技, 2016, 14(1): 24-26.

收稿日期: 2017-11-07

Solution of Inner-liner Cracks of All-steel Off-The-Road Radial Tire

XIE Hongjie, GUO Mingming, WANG Zhiping, LI Youwen

(Aeolus Tyre Co., Ltd, Jiaozuo 454003, China)

Abstract: The inner-liner cracking of all-steel off-the-road radial tire which was used in high

temperature areas was analyzed and its mechanism was investigated. Based on the analysis, the improved inner-liner was formulated using BIIR as the rubber material instead of BIIR/NR blend and the amount of carbon black was optimized. The testing results showed that the aging resistance and flexing resistance of the inner-liner compound were improved, and the cracking of inner-liner in hot and dry areas was solved.

Key words: all-steel off-the-road radial tire; inner-liner; aging resistance

硅烷伴侣破解绿色轮胎制备难题

中图分类号: TQ336.1; TQ330.38⁺7 文献标志码: D

由华南理工大学、北京化工大学、嘉兴北化高分子助剂有限公司和北京彤程创展科技有限公司共同完成的硅烷伴侣制备及其在轮胎中应用的关键技术,通过了由中国石油和化学工业联合会组织的科技成果鉴定。

鉴定委员会认为,该项目解决了白炭黑表面硅烷化反应效率低和VOCs排放的两大难题,技术整体达到国际领先水平,为轮胎行业进一步实现绿色制造提供了技术支撑。

鉴定意见显示,该技术实现了两个首次,解决了两大难题。一是首次开发成功长链烷基胺类离子液体,并以其为主要活性物质,制备了与橡胶相容性好的功能助剂硅烷伴侣,解决了白炭黑表面硅烷化反应效率低的难题;二是首次将硅烷伴侣应用于轿车子午线轮胎和工程机械轮胎,能有效促进白炭黑表面硅烷化反应,可减小硅烷用量并提高轮胎的综合性能,降低成本和VOCs排放。

乘用车的发展趋势是以节油、抗湿滑和耐磨为特征的高性能轿车轮胎,而白炭黑在高性能轮胎制备中受到广泛关注。然而,目前白炭黑的应用仍然存在以下三方面问题:首先是硅烷使用效率低,通常占白炭黑用量的8%~10%,如果单纯加大硅烷用量,不仅增加成本,而且因为同时加入的活性硫导致橡胶加工变得困难;其次是含硫硅烷在原位硅烷化的同时产生乙醇,形成VOCs排放;三是在绿色轮胎制造中通常需要使用二苯胍促进剂,但胍类促进剂的应用因为毒性问题而存在诸多争议。

针对上述行业难题,华南理工大学郭宝春教授团队和北京化工大学张立群教授团队从2014年开始技术攻关,提出了离子液体原位催化硅烷化反应的新思路,可使硅烷化反应明显加速。随后,科研团队与彤程集团和嘉兴北化展开合作,开发

了以离子液体为主要活性物质、与橡胶相容性好的功能助剂硅烷伴侣。

中策橡胶和山东玲珑等轮胎企业的试用效果显示,添加少量硅烷伴侣即可使乘用车轮胎硅烷用量大幅降低,且综合性能提高,既改善了工程机械轮胎抗刺扎及耐磨性,也有望大幅降低轮胎企业的VOCs排放。添加0.5份硅烷伴侣可使乘用车轮胎硅烷用量减小10%~20%。以我国绿色轮胎制造产业每年需要100万t白炭黑和10万t硅烷计算,如果使用硅烷伴侣,按减小硅烷用量20%估算,每年可降低VOCs排放量达3 000 t。

据了解,我国已经有多种橡胶助剂开发技术荣获国家科技奖,但现在很难出现橡胶助剂新品种,而硅烷伴侣是全新概念的橡胶助剂,是对助剂行业的新贡献。

(摘自《中国化工报》,2018-02-09)

玲珑轮胎拟建荆门生产基地

中图分类号: TQ336.1 文献标志码: D

山东玲珑轮胎股份有限公司发布公告称,拟在湖北省荆门市建设轮胎生产基地,即年产1 446万套高性能轮胎及配套工程项目,总投资57.9亿元。

该项目产品主要为半钢子午线轮胎、全钢子午线轮胎、工程机械轮胎、配套的内胎垫带以及内部自用的塑料垫布。项目建成后,每年可实现半钢子午线轮胎产能1 200万套、全钢子午线轮胎240万套、工程机械轮胎6万套、配套内胎垫带150万套、配套塑料垫布3 000 t。项目计划自2018年5月开工建设,建设期为36个月。

项目建成达产后,年销售收入预计为50.37亿元,年利润总额为5.74亿元,净利润为4.3亿元。投资回收期为8年(含建设期),总投资收益率为11.2%。

(摘自《中国化工报》,2018-02-28)